

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 846 395

②1 N° d'enregistrement national : **02 13377**

⑤1 Int Cl⁷ : F 16 L 11/08

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 25.10.02.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 30.04.04 Bulletin 04/18.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : COFLEXIP Société anonyme — FR.

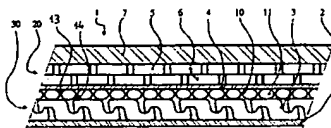
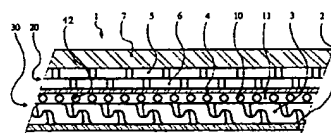
⑦2 Inventeur(s) : MARION ALAIN, MALOBERTI RENE
ANTOINE et COUTAREL ALAIN.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET FEDIT LORiot.

⑤4 CONDUITE TUBULAIRE FLEXIBLE POUR LE TRANSPORT D'UN FLUIDE.

⑤7 Cette conduite tubulaire flexible (1) pour le transport
de fluide dans le domaine de l'exploitation pétrolière offsho-
re comporte au moins de l'intérieur vers l'extérieur une gai-
ne de pression (2), une voûte de pression (3), une gaine
intermédiaire (4), au moins une nappe d'armures de traction
(5, 6) et une gaine externe de protection (7); elle comporte
une couche de drainage spécifique (10) formée de l'enrou-
lement d'au moins un élément allongé (11) et positionnée
entre la voûte de pression (3) et la gaine intermédiaire (4).
L'élément allongé (11) est enroulé autour de la voûte de
pression selon un angle d'armage compris entre 55° et 80°
ou de préférence entre 55° et 70°. Le ou les élément allon-
gés (11) formant la couche de drainage sont réalisés en ma-
tière plastique.

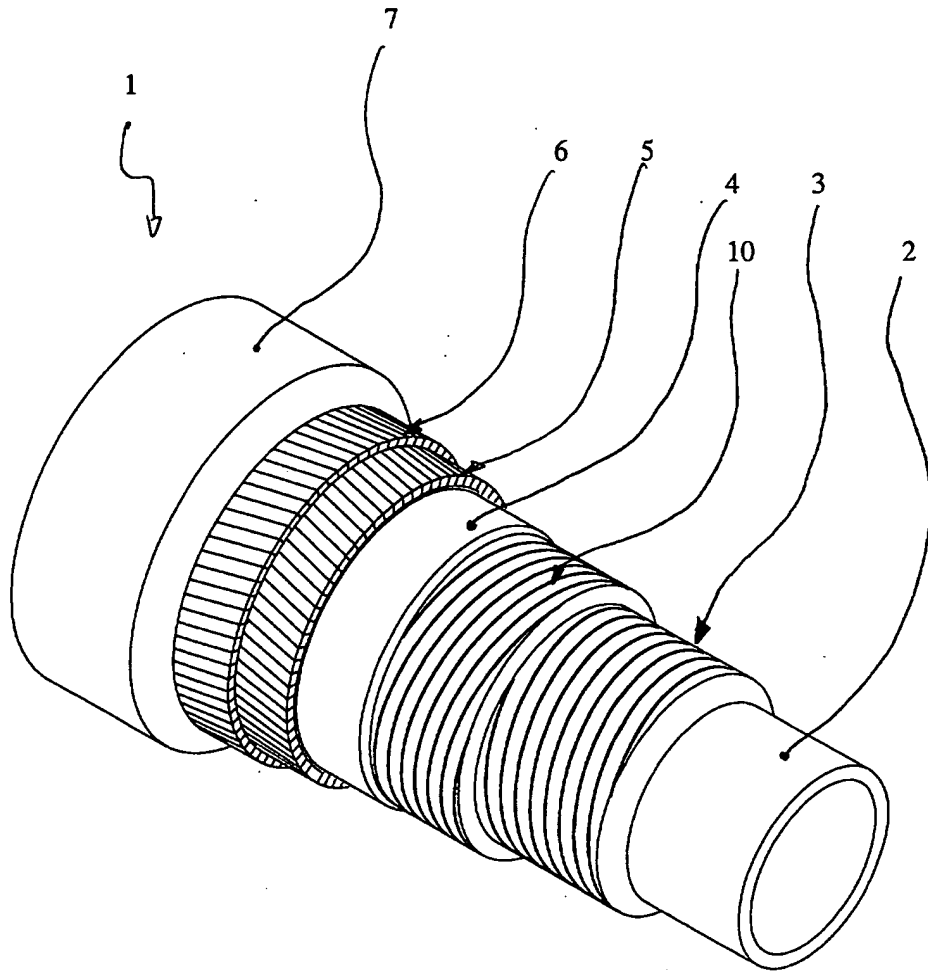


FR 2 846 395 - A1



1/2

FIG 1



Conduite tubulaire flexible pour le transport d'un fluide

La présente invention concerne une conduite tubulaire flexible du type de celles
5 utilisées pour l'exploitation et le transport des fluides dans l'industrie pétrolière offshore. Elle
concerne plus précisément des conduites destinées au transport de fluides dits
polyphasiques ou de gaz.

Des conduites destinées au transport de fluide dans l'industrie pétrolière offshore sont
10 décrites dans de nombreux brevets de la demanderesse tels que par exemple le brevet EP 0
937 932. Elles satisfont entre autre aux recommandations de l'API 17B (American Petroleum
Institute Recommended Practice 17B). Ces conduites sont formées d'un ensemble de
couches différentes destinées chacune à permettre à la conduite flexible de supporter les
contraintes de service ou de manutention ainsi que les contraintes spécifiques liées à leur
15 utilisation offshore. Ces couches comprennent notamment des gaines polymériques et des
couches de renfort formées par des enroulements de fil de forme, de feuillard ou de fils en
matériau composites, mais elle peuvent comprendre également des enroulements de
bandes diverses entre les différentes couches de renfort. Elles comprennent plus
particulièrement au moins une gaine d'étanchéité interne ou gaine de pression destinée à
20 véhiculer le fluide transporté. Ladite gaine d'étanchéité peut être l'élément le plus interne de
la conduite (la conduite est alors dite de type « smooth bore ») ou être disposée autour d'une
carcasse formée par exemple de l'enroulement à pas court d'un feuillard agrafé (la conduite
est alors dite de type « rough-bore »). Des couches de renforts formés d'enroulement de fils
métalliques ou composites sont généralement disposées autour de la gaine de pression et
25 peuvent comporter par exemple :

- Une armure de pression formée d'un enroulement à pas court d'un fil de forme
métallique agrafé, ladite armure de pression étant disposée directement autour de
la gaine d'étanchéité afin de reprendre la composante radiale de la pression
30 interne.
- Eventuellement une frette formée d'un enroulement à pas court d'un fil de forme
non agrafée située au-dessus de l'armure de pression pour contribuer à la
résistance à la pression interne, l'armure de pression avec ou sans ladite frette
forme ce qui est appelé la voûte de pression de la conduite.
- 35 • Des nappes d'armures de traction formées d'enroulements à pas long de fils de
forme métalliques ou composites, lesdites nappes étant destinées à reprendre la

composante axiale de la pression interne ainsi que les sollicitations longitudinales que subit la conduite, comme par exemple les efforts de pose.

Une gaine polymérique externe ou gaine de protection est généralement prévue au-dessus des couches de renfort précédemment citées. Dans certains cas, une gaine polymérique intermédiaire est également prévue. Cette gaine intermédiaire peut par exemple être une gaine dite anti-écrasement (« anti-collapse » en anglais) disposée généralement autour de la voûte de pression. Cette gaine intermédiaire a notamment pour objectif d'empêcher l'écrasement de la gaine d'étanchéité et de la carcasse éventuelle qu'elle entoure lorsque l'annulaire (espace situé entre la gaine d'étanchéité et la gaine externe) est soumis à une pression excessive comme par exemple, lorsque la gaine externe est endommagée et n'est plus étanche. Elle est généralement présente dans le cas d'un «Smooth Bore» car la gaine d'étanchéité est d'autant plus sensible à l'écrasement.

Dans les conduites flexibles de production, le fluide transporté est souvent polyphasique et il contient des gaz tels que l'H₂S, le CO₂ ou le méthane, qui peuvent diffuser à travers la gaine de pression. Le gaz diffusant à travers la gaine d'étanchéité de la conduite flexible augmente la pression dans l'annulaire au fur et à mesure de la diffusion. Cette augmentation de la pression dans l'annulaire peut conduire à des problèmes d'écrasement de la gaine interne et ce notamment dans le cas d'un «Smooth Bore» où ladite gaine n'est pas retenue par une carcasse. Cela est par exemple le cas lorsque la pression de l'annulaire devient très supérieure à la pression régnant dans la conduite, comme lors d'un arrêt de production ou dans certaines conditions particulières en service. Aussi, il est prévu de drainer les gaz présents dans l'annulaire pour limiter la pression de celui-ci. Le drainage des gaz s'effectue à travers et le long des armures de traction vers une soupape de drainage généralement située au niveau d'un embout terminal de la conduite flexible.

Dans le cas d'un « smooth bore », la gaine intermédiaire située au dessus de la voûte de pression empêche le drainage du gaz dans la nappe d'armure de traction. Le drainage du gaz devrait alors être réalisé à l'intérieur de la voûte de pression, mais une telle solution n'est pas envisageable car il est très difficile de drainer efficacement le gaz dans une couche telle que la voûte de pression dont l'angle d'enroulement est proche de 90°. Ainsi, les conduites flexibles de type «Smooth Bore» ne sont pas utilisées pour le transport de fluide polyphasique ou de gaz et sont exclusivement réservés aux lignes d'injection d'eau, lignes pour lesquels il n'y a pas de problème de diffusion de gaz. Ainsi, seul les conduites du type «Rough Bore» sont utilisées pour réaliser des lignes de production, mais ces structures sont

plus onéreuses en raison de la présence d'une couche métallique supplémentaire notamment.

Ainsi, il existe un besoin réel d'une structure à faible coût de type «Smooth Bore» qui
5 puissent être utilisées pour transporter des fluides polyphasiques ou des gaz. Pour tenter de répondre à ce besoin, il a été proposé des solutions consistant à drainer le gaz au plus proche de la gaine de pression interne. Dans la demande de brevet WO 01/33130, il est décrit une conduite flexible dont la gaine interne présente des rainures sur sa surface externe, lesdites rainures étant destinées à drainer le gaz entre ladite gaine et la voûte de
10 pression. Dans la demande de brevet FR 01 11135 de la demanderesse non encore publiée, la gaine interne de pression est réalisée en deux couches (double gaine) et le gaz est drainé entre les deux gaines dans des rainures longitudinales prévues à cet effet. Toutefois, ces solutions sont très compliquées à mettre en œuvre notamment en raison des problèmes de fluage des matériaux thermoplastiques utilisés pour faire les gaines.

15 Dans une autre demande relative à des conduites flexibles du type «bonded» WO 99/66246, il est évoqué la circulation d'un liquide ou d'un gaz au dessus de la voûte de pression dans un espace libre ou partiellement libre. Toutefois, il n'est aucunement détaillé ni même suggéré une quelconque solution au problème de surpression dans l'annulaire du à
20 un problème de gaz diffusant au travers de la gaine de pression.

Dans un autre brevet EP 0 937 932, la demanderesse a décrit une conduite avec une structure qui comporte deux paires d'armures de traction et une gaine intermédiaire située entre la paire d'armure externe et la paire d'armure interne, ladite structure pouvant être un
25 «Smooth Bore». Dans une telle structure, le gaz présent dans l'annulaire «interne» est drainé à l'intérieur de la paire de nappes d'armure intérieure qui présente un angle d'armage compris entre 30 et 55 °. Toutefois, cette solution proposée ne permet pas de réaliser une conduite de type «smooth bore» utilisable en production à faible coût, et ce notamment en raison des quatre nappes d'armures de traction prévues pour la conduite.

30 Par ailleurs, quelque soit le type de conduite («Smooth Bore» ou «Rough Bore») utilisé, le problème de la diffusion de gaz implique que les éléments métalliques de la structure (voûte de pression, armures de traction) qui se trouvent dans l'annulaire doivent être résistants à l'H₂S notamment. Ceci implique un coût plus important dû aux traitements
35 particulier qu'ils subissent et les caractéristiques mécaniques obtenues restent moyennes.

Aussi, la présente invention a pour objectif de remédier aux inconvénients précités des structures de l'art antérieur en proposant une conduite flexible utilisable pour transporter des fluides polyphasiques ou des gaz.

5 Selon sa caractéristique principale, la conduite tubulaire flexible destinée au transport de fluide dans le domaine de l'exploitation pétrolière offshore est du type comportant au moins de l'intérieur vers l'extérieur une gaine de pression, une voûte de pression, une gaine intermédiaire, au moins une nappe d'armures de traction et une gaine externe de protection et est caractérisée en ce qu'elle comporte une couche de drainage spécifique formée de
10 l'enroulement d'au moins un élément allongé et positionnée entre la voûte de pression et la gaine intermédiaire.

Selon une autre caractéristique, la gaine de pression est l'élément le plus interne de la conduite flexible.

15 Selon une autre caractéristique, le ou les élément allongés est ou sont avantageusement enroulés autour de la voûte de pression selon un angle d'armage compris entre 55° et 80° et préférentiellement entre 55° et 70°.

20 Le ou les élément allongés formant la couche de drainage peuvent avantageusement être réalisés en matière plastique. Par ailleurs, ils présentent avantageusement une résistance suffisante dans le sens radial pour résister sans s'écraser à la pression hydrostatique régnant à la profondeur où la conduite doit être utilisée de manière à pouvoir transmettre cette pression à la voûte de pression sur laquelle ils sont enroulés.

25 Selon un mode de réalisation de l'invention, le ou les éléments allongés formant la couche de drainage spécifique est ou sont enroulés de manière à ménager un jeu minimum entre les spires pour permettre le drainage du gaz à l'intérieur desdits jeux.

30 Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le ou les éléments allongés présentent des gorges ou rainures longitudinales qui permettent le drainage du gaz à l'intérieur des gorges le long du ou des éléments.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention se dégageront de la description
35 qui va suivre en regards des dessins annexés qui ne sont donnés qu'à titre d'exemples non limitatifs.

- La figure 1 représente schématiquement en perspective une conduite flexible de l'invention de type « smooth bore » et ses différentes couches.
- La figure 2 représente en coupe longitudinale un premier mode de réalisation d'une conduite flexible de type « smooth-bore » de l'invention.
- La figure 3 représente en coupe longitudinale un second mode de réalisation d'une conduite flexible de type « smooth-bore » de l'invention.

La conduite tubulaire flexible 1 de l'invention est du type destinée à l'exploitation pétrolière offshore telle que celles définies par les recommandations de l'API 17B et l'API 17 J. Elle est constituée d'un ensemble de couches constitutives non liées comprenant des gaines polymériques et des couches de renfort ou armures, lesdites couches pouvant le cas échéant être séparées par des enroulements de bandes diverses destinées à éviter le fluage des gaines ou destinées à former une isolation thermique par exemple.

Selon le mode de réalisation de l'invention illustré figures 1 à 3, la conduite flexible portant la référence générale 1 est du type non liée (« unbonded » en anglais) et de type « smooth-bore », l'élément le plus interne étant formé par une gaine d'étanchéité ou gaine de pression 2. Elle est généralement obtenue par extrusion et a pour fonction de réaliser l'étanchéité du conduit (« bore » en anglais) où circule le fluide et de résister à la composante radiale de la pression interne exercée par ledit fluide à l'aide de la voûte de pression 3 qui la recouvre.

Cette voûte de pression 3 est par exemple formée d'un enroulement à pas court d'un fil de forme métallique agrafé et destiné à reprendre la pression interne avec la gaine de pression qu'elle recouvre. La conduite comprend également des nappes d'armures dites de traction 5,6 enroulées à pas long et destinées à reprendre les efforts longitudinaux auxquels peut être soumise la conduite (composante longitudinale de la pression ou efforts de pose par exemple). Il va de soi que la voûte de pression pourrait également comporter une frette destinée à renforcer la résistance de la voûte à la pression interne. La conduite flexible 1 comporte également une gaine de protection externe 7 destinée à protéger les couches de renfort 3, 5, 6 situées dans l'espace annulaire qu'elle forme avec la gaine interne.

La conduite flexible 1 comporte une gaine intermédiaire 4 sous la forme d'une gaine anti-écrasement ou anti-collapse. Cette gaine définit deux espaces annulaires, un annulaire « interne » 30 situé entre elle et la gaine d'étanchéité 2 et un annulaire « externe » 20 entre elle et la gaine externe 7. Cette gaine intermédiaire 4 est notamment destinée à réduire les

risques d'écrasement de la gaine d'étanchéité 2 lorsque la gaine externe est endommagée et que l'annulaire « externe » 20 se trouve soumis à la pression hydrostatique par exemple. Elle est ainsi destinée à supporter cette pression à l'aide de la couche sur laquelle elle s'appuie, empêchant la pression hydrostatique de venir s'appliquer directement sur la gaine d'étanchéité 2.

Selon l'invention, la conduite flexible 1 comporte une couche de drainage spécifique 10 destinée à permettre le drainage des gaz diffusant à travers la gaine de pression 2 dans l'annulaire interne. Cette couche spécifique est avantageusement disposée entre la voûte de pression 3 et la gaine anti-écrasement 4. Elle est formée d'un enroulement d'un élément allongé 11 dont le profil et/ou la configuration de l'enroulement (jeu, angle d'armage) favorise le drainage des gaz le long des éléments. Comme le montre la figure 2, le profil de l'élément allongé peut présenter des canaux latéraux ou gorges 12 qui permettent au gaz de circuler le long des éléments 11. Une autre solution illustrée figure 3 consiste à utiliser des profils ovoïdes qui ménagent entre eux des espaces (13,14) où le gaz peut être drainé. La nature du matériau utilisé pour former les éléments 11 de la couche de drainage spécifique 10 peut être de tous type. On peut notamment prévoir d'utiliser des profilés allongés métalliques ou en matière plastique tel que le polypropylène, le polyéthylène ou le polyfluorure de vinylidène (PVDF). Le matériau utilisé pour réaliser cette couche de drainage 10 doit toutefois être suffisamment résistant pour pouvoir transmettre à la voûte de pression sur laquelle elle est enroulée, la pression hydrostatique potentielle susceptible de s'appliquer sur la gaine intermédiaire 4 sans s'écraser. De plus les profilés peuvent présenter un profil auto-agrable par exemple.

Selon une alternative non représentée, le drainage du gaz dans la couche spécifique de drainage 10 s'effectue dans les jeux existants entre les différents éléments qui la compose. Ainsi, la couche est conçue et enroulée de manière à ménager un jeu minimum entre les éléments allongés pour obtenir un drainage satisfaisant du gaz à l'intérieur de ces jeux.

30

Selon les modes de réalisation illustrées, la couche de drainage spécifique est formée de l'enroulement hélicoïdal à pas court d'éléments allongés. L'enroulement s'effectue selon un angle d'armage compris entre 55° et 80° et de préférence compris entre 55° et 70°. Selon un mode de réalisation préféré, cette couche spécifique 10 n'a pas d'autre fonction que de drainer le gaz situé dans l'annulaire « interne », elle n'apporte aucune contribution mécanique à la résistance de la structure. On peut noter que la couche spécifique de

35

drainage (10) peut être réalisé par l'enroulement d'un seul élément allongé (11), dans le cas d'un angle d'armage élevé (proche de 80°), mais elle peut également être formée de l'enroulement de plusieurs éléments ou profilés lorsque l'angle d'armage de ladite couche diminue

5

- Selon les modes de réalisation préférés illustrés de l'invention, la conduite flexible est de type «Smooth Bore» et comporte une gaine d'étanchéité comme élément le plus interne. Toutefois, l'invention peut également trouver son application dans une conduite de type
- 10 «Rough Bore» où l'élément le plus interne est une carcasse. Dans ce cas, la couche de drainage spécifique permet de drainer le gaz qui diffuse au travers de la gaine de pression à l'intérieur d'un annulaire dit interne où se trouve la voûte de pression, tandis que la gaine intermédiaire permet de définir un annulaire « externe » où sont disposées les nappes d'armures de traction et dans lequel aucun gaz provenant du fluide transporté ne diffuse.
- 15 Cette disposition particulière permet avantageusement de réaliser une conduite de type «Rough Bore» dont les armures de traction peuvent être réalisées dans un matériau sans tenir compte des critères NACE de résistance dudit matériau à la corrosion en milieu H₂S.

REVENDEICATIONS

5

10

15

20

25

30

35

1. Conduite tubulaire flexible (1) pour le transport de fluide dans le domaine de l'exploitation pétrolière offshore du type comportant au moins de l'intérieur vers l'extérieur une gaine de pression (2), une voûte de pression (3), une gaine intermédiaire (4), au moins une nappe d'armures de traction (5, 6) et une gaine externe de protection (7), caractérisée en ce qu'elle comporte une couche de drainage spécifique (10) formée de l'enroulement d'au moins un élément allongé (11) et positionnée entre la voûte de pression (3) et la gaine intermédiaire (4).
2. Conduite tubulaire flexible (1) selon la revendication 1 caractérisée en ce que la gaine de pression (2) est l'élément le plus interne de la conduite flexible.
3. Conduite tubulaire flexible (1) selon la revendication 1 caractérisée en ce que l'élément le plus interne de la conduite flexible est constitué d'une carcasse.
4. Conduite tubulaire flexible selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que l'élément allongé (11) est enroulé autour de la voûte de pression selon un angle d'armage compris entre 55° et 80°.
5. Conduite tubulaire flexible (1) selon la revendication 4 caractérisée en ce que l'angle d'armage est compris entre 55° et 70°.
6. Conduite tubulaire flexible (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que le ou les élément allongés (11) formant la couche de drainage sont réalisés en matière plastique.
7. Conduite tubulaire flexible (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que le ou les élément allongés (11) formant la couche de drainage (10) présentent une résistance suffisante dans le sens radial pour résister sans s'écraiser à la pression hydrostatique régnant à la

profondeur où la conduite doit être utilisée de manière à pouvoir transmettre cette pression à la voûte de pression (3) sur laquelle ils sont enroulés.

- 5 8. Conduite tubulaire flexible (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que le ou les éléments allongés (11) formant la couche de drainage spécifique (10) est ou sont enroulés de manière à ménager un jeu minimum entre les spires pour permettre le drainage du gaz à l'intérieur desdits jeux.
- 10 9. Conduite tubulaire flexible (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que le ou les éléments allongés (11) formant la couche de drainage (10) présentent des gorges ou rainures longitudinales (12) qui permettent le drainage du gaz à l'intérieur des gorges le long du ou des éléments.

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0213377 FA 625692**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date d'09-05-2003
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2663401 A	20-12-1991	FR 2663401 A1	20-12-1991
		AU 672508 B2	03-10-1996
		AU 6899294 A	03-11-1994
		AU 653533 B2	06-10-1994
		AU 8007091 A	07-01-1992
		BR 9105793 A	02-06-1992
		CA 2064226 A1	19-12-1991
		DE 69111572 D1	31-08-1995
		DE 69111572 T2	28-03-1996
		DK 487691 T3	18-12-1995
		EP 0487691 A1	03-06-1992
		ES 2075960 T3	16-10-1995
		WO 9119924 A1	26-12-1991
		JP 5500686 T	12-02-1993
		JP 3175013 B2	11-06-2001
		NO 920615 A	14-04-1992
		RU 2073612 C1	20-02-1997
		US 5514312 A	07-05-1996
		US 5918641 A	06-07-1999
EP 0937932 A	25-08-1999	FR 2775052 A1	20-08-1999
		AU 748169 B2	30-05-2002
		AU 9710798 A	02-09-1999
		BR 9805613 A	09-11-1999
		EP 0937932 A2	25-08-1999
US 4567916 A	04-02-1986	US 6123114 A	26-09-2000
		HU 183563 B	28-05-1984
		BR 8205143 A	09-08-1983
		CA 1185192 A1	09-04-1985
		DE 3231425 A1	05-05-1983
		FR 2512165 A1	04-03-1983
		GB 2105434 A , B	23-03-1983
		IT 1158143 B	18-02-1987
		JP 1391184 C	23-07-1987
		JP 58088290 A	26-05-1983
		JP 61051719 B	10-11-1986
		MX 157089 A	27-10-1988
		SU 1442087 A3	30-11-1988
US 6039083 A	21-03-2000	BR 9914515 A	30-10-2001
		EP 1125079 A1	22-08-2001
		WO 0022336 A1	20-04-2000

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82